

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2019  
3ª FASE - 26 DE OUTUBRO DE 2019

NÍVEL I  
Ensino Fundamental  
8º e 9º anos

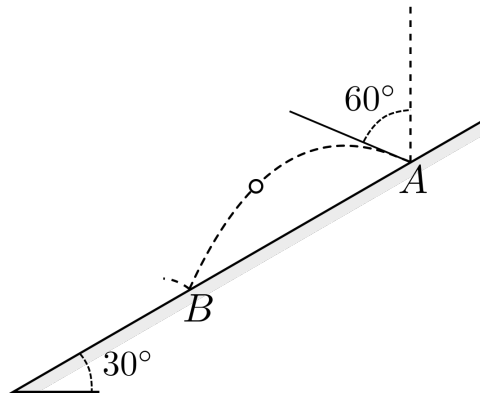
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.
2. Todas as respostas devem ser justificadas.
3. O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
4. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
5. A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.
6. Se necessário e salvo indicação em contrário, use:  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$ ;  $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$ ;  $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$ ;  $\pi = 3,0$ ; densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ ; calor específico da água líquida =  $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; calor latente de fusão da água =  $80 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; calor latente de vaporização da água =  $540 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; número de avogadro =  $6 \times 10^{23}$  e aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$ .

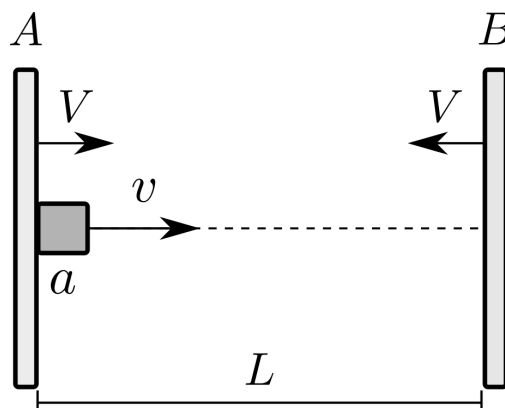
**Questão 1.** Considere uma sala em forma de paralelepípedo de lados  $a = 4,00 \text{ m}$ ,  $b = 5,00 \text{ m}$  e  $h = 3,00 \text{ m}$ . A altura da sala é dada por  $h$  e o piso retangular tem lados  $a$  e  $b$ . Em um dado instante, uma formiga e uma mosca estão no ponto  $A$ , que é um dos vértices do piso. Por alguma razão qualquer, ambas querem atravessar a sala, indo ao ponto  $B$ , localizado no teto, e que está na mesma diagonal principal do paralelepípedo que passa por  $A$ . Sabendo que ambos podem andar por quaisquer superfícies, inclusive paredes verticais, mas somente a mosca pode voar, determine a menor distância que cada inseto deve percorrer para atingir o ponto  $B$ .

**Questão 2.** Um estudante observa que sua família, por comodidade, prefere secar as roupas em uma máquina elétrica ao invés de pendurá-las no varal, onde o clima em geral seco de sua região, as secaria sem custo. Para estimar o gasto mensal com a máquina de secar, o estudante seleciona uma amostra representativa das roupas da casa que, quando secas, têm massa  $8,00 \text{ kg}$  e, quando úmidas (logo após lavadas e torcidas ou centrifugadas, ou seja, prontas para ir para o varal ou secadora), têm massa de  $15,00 \text{ kg}$ . Considerando que, na máquina, o calor usado para secar a roupa vem da eletricidade, estime o custo mensal para secar as roupas na secadora sabendo que em média, por mês, são lavados  $120 \text{ kg}$  de roupas e o custo do energia elétrica na região é de R\$  $0,85/\text{kWh}$ .

**Questão 3.** Uma bola cai verticalmente sobre um plano inclinado de  $30^\circ$  e, ao colidir com ele no ponto  $A$ , é lançada em uma direção que forma um ângulo de  $60^\circ$  com a vertical, conforme indicado na figura abaixo. A bola atinge novamente o plano inclinado no ponto  $B$ , que está a uma altura  $2,00\text{ m}$  abaixo de  $A$ . Determine (a) o intervalo de tempo que a bola demora para ir de  $A$  a  $B$  e (b) a intensidade da velocidade da bola em  $B$ .



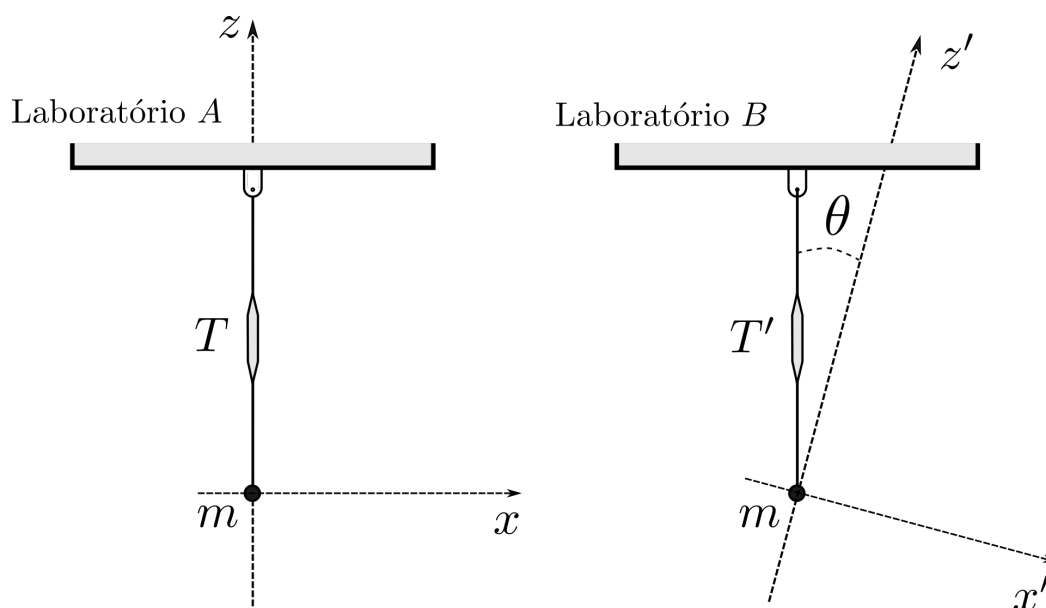
**Questão 4.** Um aluno de física está estudando simulações computacionais e faz um aplicativo no qual um pequeno quadrado, de lado  $a = 4\text{ mm}$ , se move retilineamente na região entre duas paredes também móveis. O quadrado tem velocidade de módulo constante  $v = 4\text{ mm/s}$  e, ao colidir com as paredes, inverte imediatamente o sentido de seu movimento. As paredes se movem com velocidades de módulo  $V = 1\text{ mm/s}$  constantes, porém a parede  $A$  se move para direita e a parede  $B$  para a esquerda. A figura abaixo, fora de escala, representa o sistema no início da simulação, instante  $t_0 = 0$ , no qual a distância entre as paredes é  $L = 36\text{ mm}$  e o quadrado está em contato com a parede  $A$ . A simulação termina no instante em que o quadrado entra em contato simultâneo com as duas paredes e, portanto, não pode mais se mover. ( $V$  e  $v$  são medidas em relação à tela do computador.) Determine: (a) o intervalo de tempo de duração da simulação e (b) o instante em que ocorre a quarta colisão com uma parede.



**Questão 5.** A Lua vista da Terra é um fenômeno que vem nos fascinando desde os primórdios da Humanidade. **Parte I**, faça um diagrama que explique as fases da Lua no qual (1) a Terra ocupa a posição central, (2) é representada a trajetória da Lua em período orbital, (3) é indicado a direção aproximada dos raios solares e (4) é apresentado a Lua em quatro posições correspondentes às suas quatro fases. **Parte II**, (a) o que é o lado oculto da Lua?, (b) que condições o movimento lunar deve satisfazer para que ele exista? e (c) Faça uma cópia do diagrama feito na parte II e represente, em cada posição da Lua, a sua face oculta.

**Questão 6.** Um estudante de física deseja estimar a profundidade de um poço. Ele dispara o cronômetro no instante em que abandona uma pedra sobre sua boca e observa que levou  $\Delta t = 2,5$  s para ouvir o som da pedra atingindo a água. Assumindo que a velocidade do som é  $340$  m/s, qual a profundidade do poço?

**Questão 7.** Um prumo é um instrumento usado determinar a direção vertical em determinado ponto. Em cada ponto da Terra, a direção do zênite é dada pela linha imaginária que liga o ponto ao centro da Terra. Devido à rotação da Terra, a linha do prumo é, em geral, ligeiramente desviada em relação à direção do zênite. Na figura abaixo, o laboratório hipotético *A* está localizado exatamente sobre o polo Norte. O conjunto formado por fios ideais, um dinamômetro e uma massa  $m$ , pendurado num ponto fixo do teto, funciona como um prumo. Na posição do laboratório *A*, a linha do zênite é indicada pelo eixo  $z$  e vemos que coincide com a linha do prumo, que está sendo tensionada por uma tração  $T$ . O laboratório hipotético *B* está localizado em uma cidade costeira exatamente sobre o paralelo  $30^\circ$  de latitude sul. Nesse laboratório, a direção do zênite é indicada pelo eixo  $z'$  e é pendurado um prumo exatamente igual ao anterior. No laboratório *B*, a linha de prumo é tencionada por uma tração  $T'$  e sua direção está desviada da direção do zênite por um ângulo  $\theta$ , que está representado, fora da escala, na figura abaixo. Determine (a) o ângulo  $\theta$  e (b) o desvio relativo de  $T'$  em relação à  $T$ , ou seja  $(T' - T)/T$ . (c) Qual a orientação do eixo  $x'$  representado na figura em relação aos pontos cardeais do laboratório *B*? Considere a Terra esférica, com raio  $R_T = 6400$  km.



**Questão 8.** Konstantin S. Novoselov, na cerimônia de entrega do prêmio Nobel de Física de 2010 que ganhou, juntamente com Andre Geim, iniciou sua palestra dizendo:

Muito parecido com o mundo descrito no romance "Planolândia: Um Romance em Muitas Dimensões", de E. A. Abbot, o grafeno é muito mais do que apenas um cristal plano. Ele possui um número de propriedades incomuns que são frequentemente únicas ou superiores às de outros materiais. (Traduzido e adaptado de [www.nobelprize.org/uploads/2018/06/novoselov\\_lecture.pdf](http://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/novoselov_lecture.pdf).)

O Grafeno é um cristal bidimensional formado por átomos de carbono localizados nos vértices de uma rede hexagonal, conforme representado na figura abaixo. Entre as inúmeras propriedades da "Planolândia", o grafeno é o material mais resistente já testado. Um metro quadrado de grafeno, com a espessura de um só átomo!, consegue sustentar um peso de 40 N (de um gato). Considerando que a distância entre dois átomos de carbono no grafeno é  $a = 1,4 \times 10^{-10}$  m (1,4 Å) e que a massa molar do carbono é 12 g/mol, determine aproximadamente a massa de uma película de grafeno de 1 m<sup>2</sup>.

